

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

AD

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07306367 A**(43) Date of publication of application: **21.11.95**

(51) Int. Cl.

G02B 26/08**G02B 17/00****G02B 26/10**(21) Application number: **06121715**(22) Date of filing: **10.05.94**(71) Applicant: **OMRON CORP**

(72) Inventor: **SAKATA MINORU**
GOTO HIROSHI
UEDA YOSHIHIRO
MORITA YOSHIYUKI
IKEDA MASAOKI

(54) **VARIABLE OPTICAL FACE, VARIABLE OPTICAL
 FACE UNIT, OPTICAL SCANNING SYSTEM AND
 CONDENSING POINT POSITION-MOVABLE
 OPTICAL SYSTEM**

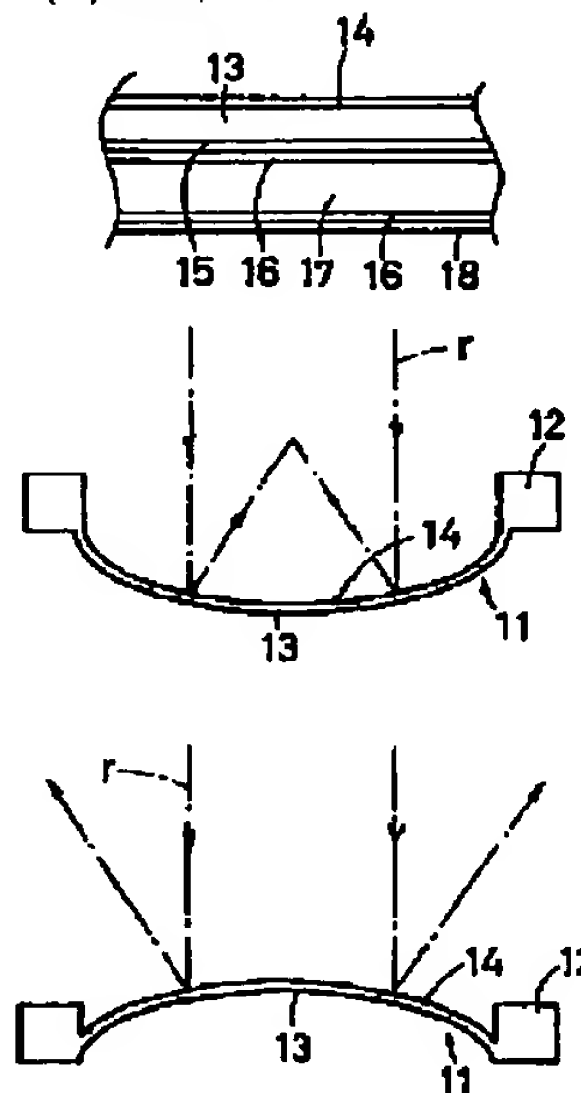
(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain a movable optical face which is low in driving voltage and high in degree of freedom in deformation by deforming this optical face by a strain inducing layer.

CONSTITUTION: All of a substrate 13, the strain inducing layer 17 and the optical face 14 have a flat plate shape and the optical face 14 has just the function as a mere plane mirror when the voltage is not impressed between both electrodes 16, but a transverse direction strain is generated in the strain inducing layer 17 when the voltage is impressed between both electrodes 16 and, therefore, the substrate 13 is deformed and consequently optical face 14 is deformed. For example, the substrate 13 is, therefore, buckled and curved into an arc surface shape when the shrinking transverse strain is generated in the strain inducing layer 17 or the substrate 13 is bulged and is again curved into an arc surface shape when the elongating transverse strain is generated in the strain inducing layer 17. The optical face 14 acts as a concave mirror to condense the incident collimating light r on the optical face 14 when the optical face 14

retracts to have a concave surface shape in such a manner. Conversely, the optical face 14 acts as a convex mirror to divert the incident collimating light r on the optical face 14 when the optical face 14 is bulged.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-306367

(43) 公開日 平成7年(1995)11月21日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G02B 26/08	E			
17/00				
26/10	101			

審査請求 未請求 請求項の数23 F D (全10頁)

(21) 出願番号	特願平6-121715
(22) 出願日	平成6年(1994)5月10日

(71) 出願人	000002945 オムロン株式会社 京都府京都市右京区花園土堂町10番地
(72) 発明者	坂田 稔 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内
(72) 発明者	後藤 博史 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内
(72) 発明者	上田 佳弘 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内
(74) 代理人	弁理士 中野 雅房

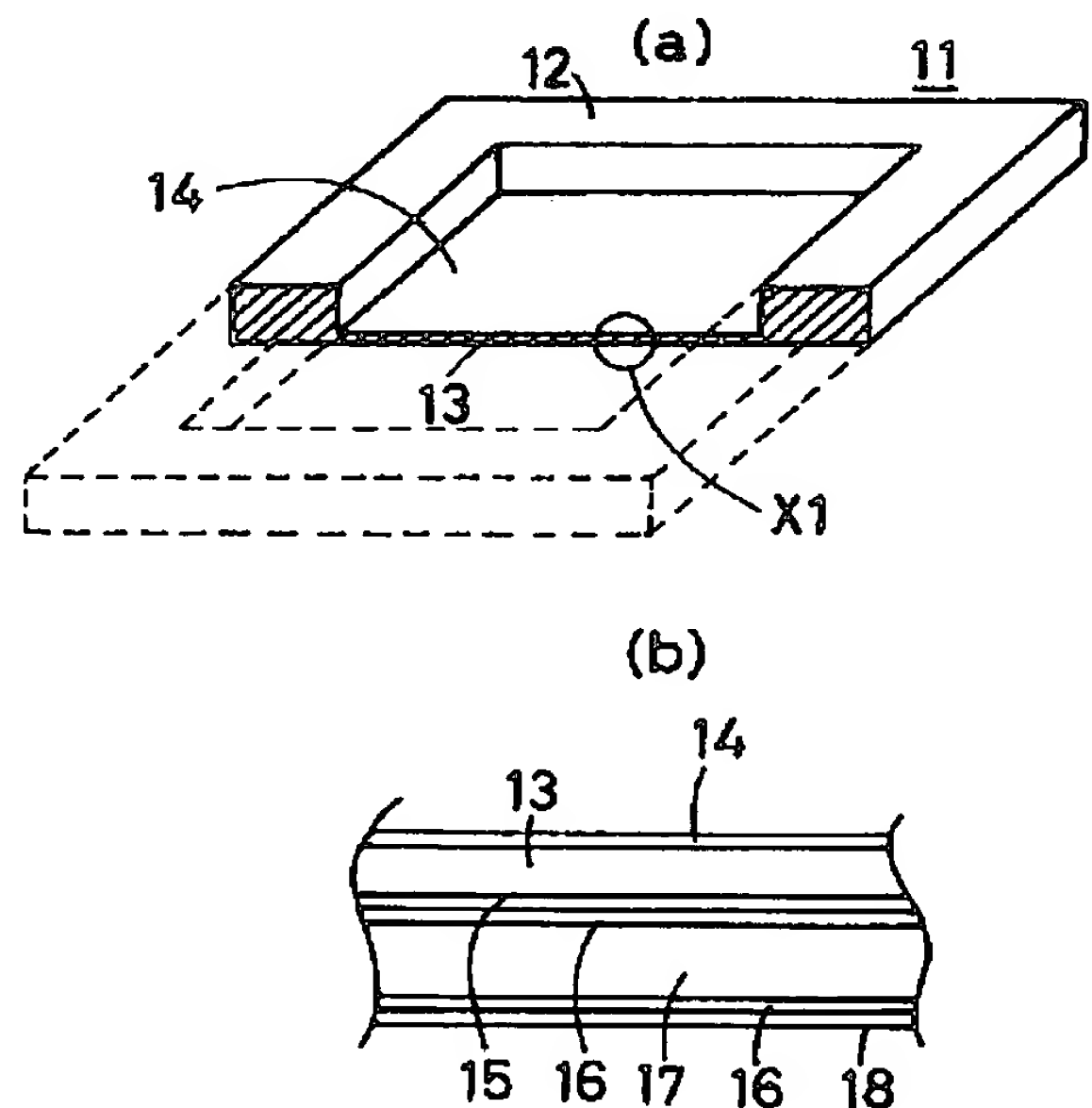
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変光学面、可変光学面ユニット、光スキャニングシステム及び集光点位置可動光学システム

(57) 【要約】

【構成】 フレーム12の内周に弾性変形可能な薄肉状の基板13を設ける。基板13の表面は光反射用の光学面14とし、裏面には絶縁層15を介して起歪層17を設けている。起歪層17は圧電薄膜等からなるものであって、その両面には電極層16が設けられている。両電極層16に電圧を印加して起歪層17に横方向歪を発生させると、基板13の変形によって光学面14も凹面状もしくは凸面状に変形し、光学面14に入射させられている光ビームを集光もしくは発散させる。

【目的】 起歪層を用いたことにより光学面の変形の自由度を大きくすることができる。また、駆動電圧を小さくすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 変形可能な基板と、基板に支持された光学面及び起歪層とからなり、前記起歪層への電圧の印加により前記光学面が変形するようになった可変光学面。

【請求項 2】 前記起歪層は、絶縁膜及び起歪層への入力用電極を介して基板に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の可変光学面。

【請求項 3】 さらに、前記起歪層に、該起歪層への他方の入力用電極および該入力用電極の保護層を形成したことを特徴とする請求項 2 に記載の可変光学面。

【請求項 4】 前記起歪層は、前記基板の変形領域にのみ形成されていることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の可変光学面。

【請求項 5】 前記基板の少なくとも二辺をフレームに固定したことを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 に記載の可変光学面。

【請求項 6】 前記基板の全周をフレームに固定したことを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 に記載の可変光学面。

【請求項 7】 前記基板は矩形状をなし、該基板の少なくとも対向する 1 組の辺がフレームに固定されていることを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 に記載の可変光学面。

【請求項 8】 前記基板は円形状をなし、該基板の全周がフレームに固定されていることを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 に記載の可変光学面。

【請求項 9】 前記基板の、起歪層が形成されていない領域に開口部が存在することを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7 又は 8 に記載の可変光学面。

【請求項 10】 前記基板の厚みが一定でないことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8 又は 9 に記載の可変光学面。

【請求項 11】 前記入力用電極は、それぞれ複数の電極部分からなることを特徴とする請求項 2、3、4、5、6、7、8、9 又は 10 に記載の可変光学面。

【請求項 12】 前記各電極部分に異なる大きさの信号を印加するようにした請求項 11 に記載の可変光学面。

【請求項 13】 前記基板上に歪検出手段を備えた請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11 又は 12 に記載の可変光学面。

【請求項 14】 前記歪検出手段がピエゾ抵抗であって、該ピエゾ抵抗上に誘電体膜を介して金属薄膜もしくは低抵抗のポリシリコンを形成し、該金属薄膜もしくはポリシリコンと前記基板とを電氣的に導通させたことを特徴とする請求項 13 に記載の可変光学面。

【請求項 15】 前記歪検出手段に、フレームに設けられた温度補償用の抵抗をつないでいることを特徴とする請求項 13 に記載の可変光学面。

【請求項 16】 前記歪検出手段に、フレームに設けら

れたオフセット調整用の抵抗をつないでいることを特徴とする請求項 13 に記載の可変光学面。

【請求項 17】 前記起歪層への入力を制御する回路や前記歪検出手段からの出力を検知する回路等の回路部分をフレーム上に設けたことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15 又は 16 に記載の可動光学面。

【請求項 18】 前記起歪層として、圧電薄膜や電歪薄膜、磁歪薄膜等の内部歪を発生する機能薄膜を用いたことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16 又は 17 に記載の可動光学面。

【請求項 19】 複数の前記光学面がアレイ状に配列されていることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17 又は 18 に記載の可動光学面。

【請求項 20】 請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18 又は 19 に記載の可動光学面を、不活性ガスと共にパッケージ内に封止したことを特徴とする可動光学面ユニット。

【請求項 21】 請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18 又は 19 に記載の可動光学面をパッケージ内に減圧封止したことを特徴とする可動光学面ユニット。

【請求項 22】 請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18 又は 19 に記載の可動光学面と光源とを備え、光源からの光を可変光学面の変形によって走査させるようにした光スキャニングシステム。

【請求項 23】 請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18 又は 19 に記載の可動光学面と光源とを備え、光源からの光を集光させ、その集光点を可変光学面の変形によって移動させるようにした集光点位置可動光学システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、可変光学面、可変光学面ユニット、光スキャニングシステム及び集光点位置可動光学システムに関する。具体的にいうと、起歪層により光学面を変形させる可変光学面と可変光学面ユニットに関する。また、その可変光学面を利用した光スキャニングシステム及び集光点位置可動光学システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来例の可変光学面を図 1 に示す。これは、IEEE MEMS' 93 (MicroElectro Mechanical Systems) に発表された可変光学面 (可変焦点ミラー) 1 であって、上面に凹部 2a を有する絶縁体基板 2

の上に環状のシリコンフレーム 3 を固定してあり、シリコンフレーム 3 の内周部には放物面状をした薄肉状のシリコン製ミラー部 4 がシリコンフレーム 3 と一体に形成され、ミラー部 4 の上面は鏡面 4 a となっている。また、このミラー部 4 は導電性を有して全体が電極として機能し、絶縁体基板 2 の凹部 2 a 底面には対向電極 5 が形成されている。

【0003】しかし、この可変光学面 1 のミラー部 4 に例えば平行光束 6 が入射すると、ミラー部 4 は放物面鏡として働くので、その焦点位置 7 に集光される。また、シリコンフレーム 3 を通してミラー部 4 と対向電極 5 間に電圧を印加すると、ミラー部 4 と対向電極 5 間に静電引力が発生してミラー部 4 が弾性変形するので、その焦点距離が変化し、光束 6 の焦点位置 7 を変化させることができる。例えば、直径 9.75 mm のミラー部で、印加電圧 750 V のときの焦点距離を 250 mm とした場合、コリメートされた 6 mm 径の He-Ne レーザー光を光源とし、直径 45 μ m のスポット光を得ている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の可動光学面にあっては、ミラー部を放物面鏡として機能させるために必要な放物線の断面プロファイルを実現するためには、特別な製作プロセス（すなわち、light intensity profile method）を使用し、ミラー部の加工時のレジスト膜厚を制御しなければならなかった。

【0005】さらに、ミラー部を変形させるためには対向電極を必要とするため、可動光学面の構造や製造プロセスも複雑になるという問題があった。

【0006】また、静電引力によってミラー部を変形させるため 1 方向にしか光学面（ミラー部）を変形させることができず、しかも、対向電極とのギャップ量がミラー部の変形量の上限となるので、光学面変形の自由度が低かった。

【0007】さらに、静電引力によってミラー部を強制的に弾性変形させるため、ミラー部を変形させるための駆動電圧が高かった。

【0008】さらに、ミラー部を別体の絶縁体基板に接合しているため、ミラー部と絶縁体基板との熱膨張係数の差により可動光学面の温度特性が劣化する恐れがあった。

【0009】本発明は叙上の従来例の欠点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、起歪層を用いて光学面を駆動する新規な原理による可動光学面を提案することにより、駆動電圧が低く、変形の自由度も高い可動光学面を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の可動光学面は、変形可能な基板と、基板に支持された光学面及び起歪層とからなり、前記起歪層への電圧の印加により前記光学

面が変形することを特徴としている。

【0011】前記起歪層は、絶縁膜及び起歪層への入力用電極を介して基板に形成されている。さらに、前記起歪層には、該起歪層への他方の入力用電極および該入力用電極の保護層を形成したことを特徴としている。

【0012】また、前記起歪層は、前記基板の変形領域にのみ形成することができる。

【0013】前記基板は、少なくとも二辺をフレームに固定してもよい。特に、基板を矩形状とし、該基板の少なくとも対向する 1 組の辺をフレームに固定することができる。また、前記基板の全周をフレームに固定してもよい。特に、基板を円形状とし、該基板の全周をフレームに固定してもよい。

【0014】また、前記基板の起歪層が形成されていない領域には開口部を設けてもよい。あるいは、前記基板の厚みが一定でないようにしてもよい。

【0015】さらに、前記入力用電極は、それぞれ複数の電極部分からなっているもよい。その場合には、各電極部分に異なる大きさの信号を印加するようにできる。

【0016】また、前記基板上には歪検出手段を設けてもよい。

【0017】前記歪検出手段としてピエゾ抵抗を用い、該ピエゾ抵抗上に誘電体膜を介して金属薄膜もしくは低抵抗のポリシリコンを形成し、該金属薄膜もしくはポリシリコンと前記基板とを電氣的に導通させることもできる。

【0018】また、前記歪検出手段には、フレームに設けた温度補償用の抵抗やオフセット調整用の抵抗をつないでもよい。

【0019】また、前記起歪層への入力を制御する回路や前記歪検出手段からの出力を検知する回路等の回路部分をフレーム上に設けてもよい。

【0020】起歪層としては、圧電薄膜や電歪薄膜、磁歪薄膜等の内部歪を発生する機能薄膜を用いることができる。

【0021】また、この可動光学面においては、複数の光学面をアレイ状に配列してもよい。

【0022】本発明の可動光学面ユニットは、前記可動光学面を不活性ガスと共にパッケージ内に封止したことを特徴としている。

【0023】本発明の別な可動光学面ユニットは、前記可動光学面をパッケージ内に減圧封止したことを特徴としている。

【0024】本発明の光スキャニングシステムは、前記可動光学面と光源とを備え、光源からの光を可変光学面の変形によって走査させるようにしたことを特徴としている。

【0025】本発明の集光点位置可動光学システムは、前記可動光学面と光源とを備え、光源からの光を集光させ、その集光点を可変光学面の変形によって移動させる

ようにしたことを特徴としている。

【 0 0 2 6 】

【作用】本発明の可動光学面によれば、光学面を有する基板に起歪層を設け、起歪層により光学面を変形させるようにしているので、光学面の両方向への変位が可能となる。また、従来例のように対向電極を持たないので光学面の変位の上限も存在しない。従って、光学面の変形の自由度が高いという利点がある。

【 0 0 2 7 】また、起歪層に電圧を印加して光学面を変形させるので、駆動電圧も低くできる。さらに、光学面を変形させるために対向電極が必要なく、基板等の形状や構造も簡略化できるため、製造プロセスも簡単に行うことができ、製造コストを安価にすることができる。

【 0 0 2 8 】また、従来例のように基板を別体の絶縁体基板等に取り付ける必要がないので、熱膨張係数の違いによる温度特性の劣化がない。

【 0 0 2 9 】また、起歪層を基板の全体でなく、変形領域にのみ形成すれば、基板の変形が容易となり、光学面をより小さな駆動電圧により大きく変形させることができる。

【 0 0 3 0 】また、前記基板の二辺をフレームに固定したり、全周をフレームに固定したり、フレームを矩形状にしたり、円形状にしたりすることにより、基板に設けられた光学面の変形時のプロファイルを制御することができる。

【 0 0 3 1 】さらに、基板の起歪層が形成されていない領域に開口部を設ければ、開口部によって基板が変形し易くなるので、小さな駆動電圧で光学面の変形を大きくすることができる。さらに、開口部のパターンによって基板の変形の仕方を変化させることができる。

【 0 0 3 2 】また、入力用電極が複数の電極部分からなっていれば、その電極パターンや各電極部分に印加する異なる電圧により、所望の形状に光学面を変形させることができる。

【 0 0 3 3 】また、前記基板上に歪検出手段を設けてあれば、該歪検出手段によって基板ないし光学面の変形の具合を検出することができ、光学面の変形をコントロールすることができる。

【 0 0 3 4 】さらに、歪検出手段であるピエゾ抵抗上に誘電体膜を介して金属薄膜もしくは低抵抗のポリシリコンを形成し、これを基板と導通させておけば、外部電磁波をシールドできると共にピエゾ抵抗の温度特性も向上し、出力ノイズを低減できる。

【 0 0 3 5 】また、歪検出手段に温度補償用の抵抗をつないでおけば、歪検出手段から出力される信号の温度特性を安定させることができる。あるいは、歪検出手段にオフセット調整用の抵抗をつないでおけば、歪検出手段によって構成されるブリッジ回路等の出力をオフセット調整することができる。

【 0 0 3 6 】また、前記起歪層への入力を制御する回路

や前記歪検出手段からの出力を検知する回路等の回路部分をフレーム上に設ければ、当該回路部分を含めた可動光学面の構成をコンパクトにまとめることができ、可動光学面を小型化することができる。

【 0 0 3 7 】また、複数の光学面をアレイ状に配列しておけば、可動光学面に入射する光を各光学面毎に個々に調整することができる。

【 0 0 3 8 】本発明の可動光学面ユニットでは、可動光学面を不活性ガスと共にパッケージ内に封止しているので、内部の可動光学面の経年的な変化を小さくでき、寿命を長くすることができる。また、可動光学面をパッケージ内に減圧封止しておけば、可動光学面の周波数特性を向上させることができる。

【 0 0 3 9 】

【実施例】図 2 (a) は本発明の一実施例による可動光学面 1 1 を示す一部破断した斜視図、図 2 (b) は図 2 (a) の X 1 部拡大断面図である。以下、この可動光学面 1 1 の構造を図 2 (a) (b) に従って説明する。矩形枠状をしたフレーム 1 2 の内周部には、弾性変形可能な薄肉状の基板 1 3 が設けられ、基板 1 3 の全周はフレーム 1 2 の内周部に固定ないし一体形成されており、基板 1 3 の表面にはスパッタ等によってアルミニウムや銀等の金属薄膜を蒸着させることにより光学面 (反射ミラー面) 1 4 が形成されている。また、図 2 (b) に示すように、基板 1 3 及びフレーム 1 2 の裏面全面には絶縁層 1 5 が形成されている。例えば、フレーム 1 2 及び基板 1 3 は、シリコンウエハをエッチング加工及びダイシングカットすることによって作製することができ、その場合には絶縁層 1 5 はシリコンウエハの酸化膜 (SiO_2) ないし窒化膜 (SiN) によって形成することができる。さらに、裏面側において、絶縁層 1 5 の上には金属蒸着膜等によって電極層 1 6 が形成され、電極層 1 6 の上にはスパッタ法やデポジション法等によって起歪層 1 7 が設けられ、起歪層 1 7 の上には同じく金属蒸着膜等によって電極層 1 6 が形成されている。電極層 1 6 は保護層 1 8 によって覆われており、使用環境下における腐食ガスや湿気等から保護されている。起歪層 1 7 は、起歪層 1 7 を挟んで両面に形成された電極層 1 6 間に電圧を印加すると、横方向歪 (すなわち、電極層 1 6 と平行な方向の伸縮歪) を発生するものであって、例えば圧電薄膜、電歪薄膜、磁歪薄膜などの内部応力を発生する機能薄膜を用いることができる。

【 0 0 4 0 】この実施例においては、両電極層 1 6 間に電圧を印加していない場合には基板 1 3、起歪層 1 7 及び光学面 1 4 はいずれも平板状をしており、光学面 1 4 は単なる平面ミラーとしての機能しか有していないが、両電極層 1 6 間に電圧を印加すると起歪層 1 7 に横方向歪が発生するために基板 1 3 が変形し、それによって光学面 1 4 が変形する。例えば、起歪層 1 7 に収縮横歪が発生する場合には基板 1 3 が座屈して弧面状に湾曲し、

あるいは起歪層 1 7 に伸張横歪が発生する場合には基板 1 3 が膨らみ、やはり弧面状に湾曲する。このようにして例えば図 3 (a) に示すように光学面 1 4 が凹面状に引っ込むと、光学面 1 4 は凹面鏡として働き、光学面 1 4 に入射したコリメート光 r は集光する。しかも、電極層 1 6 間に印加する駆動電圧を変化させることによって基板 1 3 及び光学面 1 4 の変形量 (曲率) も変化するもので、焦点位置を調整することができる。逆に、図 3

(b) に示すように光学面 1 4 が膨出すると、光学面 1 4 は凸面鏡として働き、光学面 1 4 に入射したコリメート光 r は発散する。この場合も駆動電圧によって基板 1 3 及び光学面 1 4 の湾曲具合を調整できるので、発散光の発散中心も駆動電圧によって制御できる。

【 0 0 4 1 】 図 4 (a) は本発明の別な実施例による可動光学面 2 1 を示す一部破断した斜視図、図 4 (b) は図 4 (a) の X 2 部拡大断面図である。この実施例にあつては、起歪層 1 7 及び両面の電極層 1 6 を基板 1 3 の全面でなく、基板 1 3 の変形領域にのみ設けている。この可動光学面 2 1 では、基板 1 3 の周囲領域には起歪層 1 7 等が設けられていないので、基板 1 3 が変形し易く 20 になっており、小さな駆動電圧によって光学面 1 4 を大きく変形させることができる。

【 0 0 4 2 】 図 5 は本発明のさらに別な実施例による可動光学面 2 2 を示す一部破断した斜視図である。この実施例では、円環状をしたフレーム 1 2 の内周部に円形状をした基板 1 3 を設けて基板 1 3 の全周をフレーム 1 2 に固定している。このような可動光学面 2 2 によれば、駆動電圧を印加して起歪層 1 7 を変形させた時、基板 1 3 や光学面 1 4 の変形が中心軸に関して軸対称となる。従って、光学面 1 4 も中心軸に対して軸対称な放物面鏡 30 のように変形し、光学面 1 4 で反射される光線の光学的な収差を小さくすることができる。

【 0 0 4 3 】 図 6 は本発明のさらに別な実施例による可動光学面 2 3 を示す一部破断した斜視図である。この可動光学面 2 3 では、起歪層 1 7 等を備えた矩形薄膜状の基板 1 3 を矩形枠状をしたフレーム 1 2 の内周部に配置し、基板 1 3 の対向する二辺のみをフレーム 1 2 の内周部に固定している。この可動光学面 2 3 では、基板 1 3 の二辺 2 4 が固定され、他の二辺 2 5 がフリーになっているので、起歪層 1 7 が変形すると基板 1 3 は略円筒状 40 に変形する。このため、駆動電圧を印加したときにシリンドリカルミラー状の光学面 1 4 を得ることができ、その曲率は駆動電圧によって調整することができる。

【 0 0 4 4 】 図 7 は本発明のさらに別な実施例による可動光学面 2 6 を示す一部破断した斜視図である。この実施例にあつては、基板 1 3 の全周をフレーム 1 2 の内周に固定し、起歪層 1 7 及び両面の電極層 1 6 を基板 1 3 の周辺領域を除く領域にのみ設けている。さらに、基板 1 3 の起歪層 1 7 等の設けられていない周辺領域には、適宜複数個の開口部 2 7 があけられている。この可動光 50

学面 2 6 では、基板 1 3 の周辺領域には起歪層 1 7 等が設けられておらず、さらに開口部 2 7 が設けられているので、より一層基板 1 3 が変形し易くなっており、駆動電圧に対する光学面 1 4 の変形が大きくなる。また、開口部 2 7 のパターンによって基板 1 3 の変形具合を調整することもできる。さらに、可動光学面 2 6 の製造後においても、開口部 2 7 を設けることによって光学面 1 4 の変形の大きさを調整することができる。

【 0 0 4 5 】 図 8 (a) は本発明の別な実施例による可動光学面 2 8 を示す一部破断した斜視図、図 8 (b) は図 8 (a) の X 3 部拡大断面図である。この実施例にあつては、基板 1 3 の厚みが一定でなく、基板 1 3 の厚みの異なる部分が設けられている。具体的にいうと、図 8 (a) では基板 1 3 の下面に突出した環状の厚肉部 2 9 が設けられているが、このようなパターンに限るものではない。例えば、同心状に複数個の環状厚肉部を設けたり、放射状に厚肉部を設けたり、その他任意のパターンで設けることができる。そして、この基板 1 3 の厚みや厚みの変化のパターンを変えることによって、駆動電圧を印加されたときの基板 1 3 及び光学面 1 4 の変形時のプロファイルを制御することができる。また、図示しないが、基板 1 3 の厚みは連続的に変化させることもできる。

【 0 0 4 6 】 図 9 (a) は本発明のさらに別な実施例による可動光学面 3 0 を示す平面図、図 9 (b) は図 9 (a) の Y - Y 線に沿った断面図である。この実施例にあつては、各電極層 1 6 を分割して複数の電極部分 1 6 a , 1 6 a , … を起歪層 1 7 の両面に配置している。この可動光学面 3 0 にあつては、電極部分 1 6 a , 1 6 a , … の配置パターンによって起歪層 1 7 における歪の分布パターンを決めることができるので、基板 1 3 及び光学面 1 4 の変形時のプロファイルを自由に設計することができる。しかも、起歪層 1 7 自体の変形をコントロールできるので、基板 1 3 の厚みを変える方法よりも効果的にプロファイルをコントロールすることができる。また、電極部分 1 6 a , 1 6 a , … のパターンによってプロファイルを変えるだけでなく、各電極パターンが独立していれば、可動光学面 3 0 の製造後においても、各電極部分 1 6 a , 1 6 a , … に印加する電圧を異ならせることによってプロファイルをコントロールすることができる。

【 0 0 4 7 】 図 1 0 は本発明のさらに別な実施例による可動光学面 3 1 を示す断面図である。この可動光学面 3 1 はシリコンウエハ 3 2 に半導体製造技術を適用して作製されている。エッチング加工前のシリコンウエハ 3 2 は p 型シリコンウエハ (p 層 3 3) の下面に基板 1 3 の厚みとなるように n 型不純物を注入して n 層 3 4 が形成されている。この p 層 3 3 と n 層 3 4 からなるシリコンウエハ 3 2 の中央部において p 層 3 3 をエッチング除去することによって周囲に p 層 3 3 からなるフレーム 1 2

を形成すると共にその下面内周部にn層34からなる基板13が形成されている。また、エッチング後のシリコンウエハ32の上面には光学面14が形成されている。この光学面14はn層34等の表面そのものとしてもよい。また、n層34の下面に、酸化膜や窒化膜等によって形成されている絶縁層15は、適宜開口されており、絶縁層15にあけた窓からn層34へp型不純物を注入することによってpiezo抵抗35がn層34に埋め込まれている。なお、36はpiezo抵抗35に接続された金属配線、37は金属配線を覆う絶縁層である。38はn層39を介してn層34の電位を一定に保つための電極パッドである。また、基板13の下面には両面に電極層16を設けられた起歪層17が設けられている。

【0048】しかし、この可動光学面31にあっては、基板13の適宜箇所に埋め込まれたpiezo抵抗35によって基板13の各部の歪を検出することができるので、基板13の各部の歪をモニターしながら起歪層17に印加する駆動電圧を調整することができる。

【0049】図11は本発明のさらに別な実施例による可動光学面40を示す断面図である。この実施例においては、さらに、n層34に埋め込まれたpiezo抵抗35を覆うように誘電体膜41を介して金属薄膜もしくは低抵抗のポリシリコン42を形成してあり、この金属薄膜もしくはポリシリコン42はn層43を通してn層34と電氣的に接続されている。この可動光学面40においては、基板13と導通した金属薄膜もしくは低抵抗のポリシリコン42によってp型のpiezo抵抗35を覆っているため、piezo抵抗35はほぼ全周囲を基板13ないしフレーム12と等しい電位によって囲まれており、外部電磁波をシールドされると共に温度特性も向上し、piezo抵抗35からの出力のノイズを低減することができる。

【0050】また、図12(a)(b)は本発明のさらに別な実施例による可動光学面44を示す下面図(起歪層17等を省略している)及びpiezo抵抗35により構成されたブリッジ回路45を示す図である。この実施例にあっては、基板13周囲の4箇所に埋め込まれたpiezo抵抗35によって図12(b)に示すようなブリッジ回路45を構成し、その出力電圧Vをモニターすることにより基板13が均等に変形しているかどうか監視することができる。さらに、フレーム12の下面(n層34)には温度補償用の抵抗46を埋め込んであり、この温度補償用抵抗46を図12(b)のようにpiezo抵抗35の1つと並列接続してブリッジ回路45に挿入している。この温度補償用抵抗46はpiezo抵抗35とは逆の温度特性を有するものであって、この温度補償用抵抗46をブリッジ回路45に挿入することによりブリッジ回路45の温度特性を安定させることができる。

【0051】また、図13(a)(b)は本発明のさらに別な実施例による可動光学面47を示す下面図(起歪

層17等を省略している)及びpiezo抵抗35により構成されたブリッジ回路45を示す図である。この実施例にあっては、フレーム12の下面(n層34)にオフセット調整用のトリム抵抗48を埋め込んであり、このトリム抵抗48を図12(b)に示すようにpiezo抵抗35の1つと直列接続してブリッジ回路45に挿入している。この実施例にあっては、トリム抵抗48をレーザー光等によって一部蒸発させることによって抵抗値を調整し、ブリッジ回路45の出力電圧Vのオフセット量を調整することができる。

【0052】図14は本発明のさらに別な実施例による可動光学面49を示す断面図であって、フレーム12の下面に回路部分50を埋め込んだものである。例えば、この回路部分50としては、ブリッジ回路等から出力される信号(出力電圧V)の変化を検知するための回路や起歪層17への入力を制御するための回路等とすることができる。

【0053】図15は本発明のさらに別な実施例による可動光学面51を示す概略断面図である。この実施例においては、起歪層17に駆動電圧を印加していない状態で基板13及び光学面14が湾曲しており、起歪層17に駆動電圧を印加して起歪層17を変形させると、基板13及び光学面14がより大きく湾曲する方向に、あるいは湾曲が小さくなる方向に変形する。

【0054】なお、上記各実施例において、光学面は基板側でなく、起歪層側に形成することも可能であるが、基板の上に形成することにより平滑度を高めることができ、光学面の反射率を高くすることができる。

【0055】図16に示すものは本発明による可動光学面ユニット52を示す断面図である。この可動光学面ユニット52は、本発明による可動光学面53をベース54の上面に実装すると共に電極層16やpiezo抵抗35等を端子55にワイヤボンディング等で接続してあり、ガラスや透明プラスチック等の透光部56と筒部57からなるパッケージ58内に可動光学面53を封止し、パッケージ58内部を減圧している。あるいは、パッケージ58内にNeやAr等の不活性ガスを封入しておいてもよい。

【0056】このように可動光学面53をパッケージ58内に封止しておけば、耐環境性が保証され、素子寿命を長くすることができる。さらに、内部に不活性ガスを封入してあれば、可動光学面53の経年的な劣化を小さくでき、内部を減圧してあれば、可動光学面53の周波数特性を向上させることができる。

【0057】図17はアレイ状に構成された可動光学面59を示す平面図である。すなわち、シリコンウエハ等から形成された格子状をした共通のフレーム12に一定ピッチ毎にアレイ状に配列させて弾性変形可能な複数の基板13を設け、各基板13にそれぞれ光学面14と起歪層17等を設けたものである。このようにアレイ状に

形成された可動光学面 59 によれば、複数個分を小さなスペースに構成することができる。また、各光学面 14 は各起歪層 17 によって互いに独立して駆動される。このようなアレイ状をした可動光学面 59 を用いれば、各光学面 14 にそれぞれ異なる光ビームを照射させるようにしてもよく、あるいは全体に 1 本の光ビームを照射させてマイクロレンズアレイと似た使い方をしてもよい。

【0058】図 18 は本発明による光スキャニングシステム 60 を示す概略構成図である。この光スキャニングシステム 60 は本発明の可動光学面 53 と、その光学面 14 に光ビームを照射する光源 61 とからなっている。可動光学面 53 の起歪層 17 には交流電圧が印加されており、それによって光学面 14 は一定周期で膨張したり、収縮したりするように周期的に変形している。光源 61 から出射されている光ビーム r は、このようにして振動している光学面 14 の中心から外れた位置に照射されており、光学面 14 で反射された光ビーム r は光学面 14 の振動によって反射方向が変化し、図 18 に示すように走査される。

【0059】図 19 は本発明による集光点位置可動光学システム 62 を示す概略構成図である。この集光点位置可動光学システム 62 は、本発明の可動光学面 53 と、コリメート光ないしコヒーレント光を出射する発光ダイオード（及びレンズ系）や半導体レーザ素子のような光源 63 とからなる。図 3 (a) (b) において説明したように、この集光点位置可動光学システム 62 においては、光源 63 から出射され光学面 14 で反射された光は集光し、その集光点 64 の位置は起歪層 17 に印加する駆動電圧によって可変とすることができる。

【0060】

【発明の効果】本発明によれば、起歪層により光学面を変形させるようにしているので、光学面の両方向への変位が可能となり、また、従来例のように対向電極を持たないので光学面の変位の上限もなく、光学面の変形の自由度の高い可動光学面を製作することができるという利点がある。また、起歪層に電圧を印加して光学面を変形させるので、駆動電圧も低くできる。さらに、光学面を変形させるために対向電極が必要なく、基板等の形状や構造も簡略化できるため、製造プロセスも簡単にすることができ、製造コストを安価にできる。しかも、スクィーズドフィルムダンピングによる高周波領域における応答の低下も起こらないという利点がある。また、従来例のように基板を別体の絶縁体基板等に取り付ける必要がないので、熱膨張係数の違いによる温度特性の劣化がない。

【0061】また、起歪層を基板の変形領域にのみ形成したり、基板の起歪層以外の部分に開口部を設けたりすれば、基板の変形が容易となり、光学面をより小さな駆動電圧により大きく変形させることができ、バッテリー駆動等も可能になる。

【0062】また、前記基板の全周や一部をフレームに固定したり、フレームの形状を変化させたり、基板に開口部を設けたり、複数の電極部分のパターンを変えたり、複数の電極部分に印加する電圧を異ならせたりすることにより、駆動電圧印加時の光学面のプロファイルをコントロールすることができる。

【0063】また、ピエゾ抵抗等の歪検出手段を設けておけば、光学面の変形の様子を検知することができ、歪検出手段の出力をモニターしながら、光学面を変形させることによって光学面を高い形状精度で変形させることができる。

【0064】さらに、前記起歪層への入力を制御する回路や前記歪検出手段からの出力を検知する回路等の回路部分をフレーム上に設ければ、当該回路部分を含めた可動光学面の構成をコンパクトにまとめることができ、可動光学面を小型化することができる。

【0065】また、複数の光学面を並べてアレイ状の可動光学面を構成したり、パッケージ内に不活性ガス封止又は減圧封止したりすることもでき、用途に応じた形態で使用する事ができる。

【0066】さらに、本発明の可動光学面を用いれば、光ビームの集光位置等の調整の自由度が高く、駆動電圧も低く、小型の光スキャニングシステムや集光点位置可動光学システムを構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の可動光学面の構造を示す一部破断した斜視図である。

【図 2】(a) は本発明の一実施例による可動光学面を示す一部破断した斜視図、(b) は (a) の X1 部を示す拡大断面図である。

【図 3】(a) (b) は同上の動作説明図である。

【図 4】(a) は本発明の別な実施例による可動光学面を示す一部破断した斜視図、(b) は (a) の X2 部を示す拡大断面図である。

【図 5】本発明のさらに別な実施例による可動光学面を示す一部破断した斜視図である。

【図 6】本発明のさらに別な実施例による可動光学面を示す一部破断した斜視図である。

【図 7】本発明のさらに別な実施例による可動光学面を示す一部破断した斜視図である。

【図 8】(a) は本発明のさらに別な実施例による可動光学面を示す一部破断した斜視図、(b) は (a) の X3 部を示す拡大断面図である。

【図 9】(a) は本発明のさらに別な実施例による可動光学面を示す平面図、(b) は (a) の Y-Y 線断面図である。

【図 10】本発明のさらに別な実施例による可動光学面を示す断面図である。

【図 11】本発明のさらに別な実施例による可動光学面を示す断面図である。

13

【図 1 2】 (a) は本発明のさらに別な実施例による可動光学面を示す一部省略した下面図、(b) はそのピエゾ抵抗によるブリッジ回路の構成を示す図である。

【図 1 3】 (a) は本発明のさらに別な実施例による可動光学面を示す一部省略した下面図、(b) はそのピエゾ抵抗によるブリッジ回路の構成を示す図である。

【図 1 4】 本発明のさらに別な実施例による可動光学面を示す断面図である。

【図 1 5】 (a) は本発明のさらに別な実施例による可動光学面を示す一部破断した斜視図、(b) は同上の基板部分の一部を示す拡大断面図である。

【図 1 6】 本発明のさらに別な実施例による可動光学面ユニットを示す断面図である。

14

【図 1 7】 本発明のさらに別な実施例による可動光学面を示す平面図である。

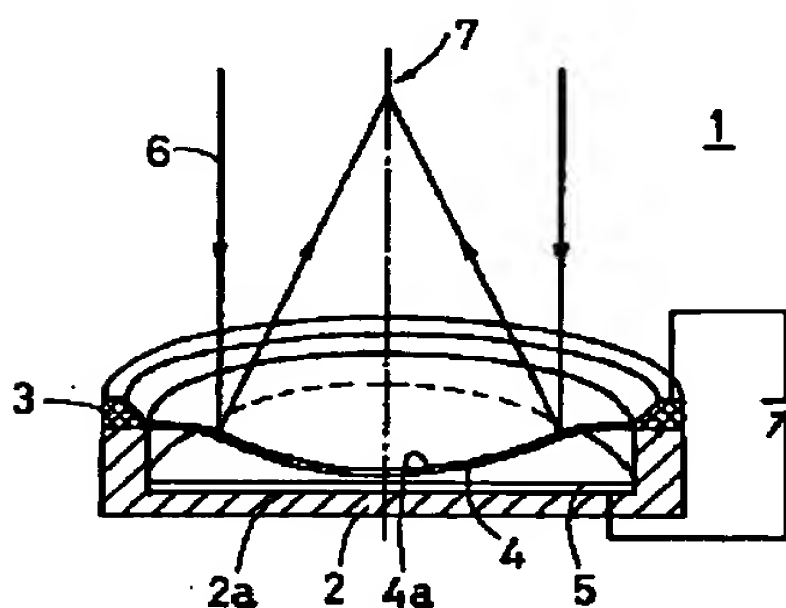
【図 1 8】 本発明のさらに別な実施例による光スキャニングシステムを示す概略図である。

【図 1 9】 本発明のさらに別な実施例による集光点位置可動光学システムを示す概略図である。

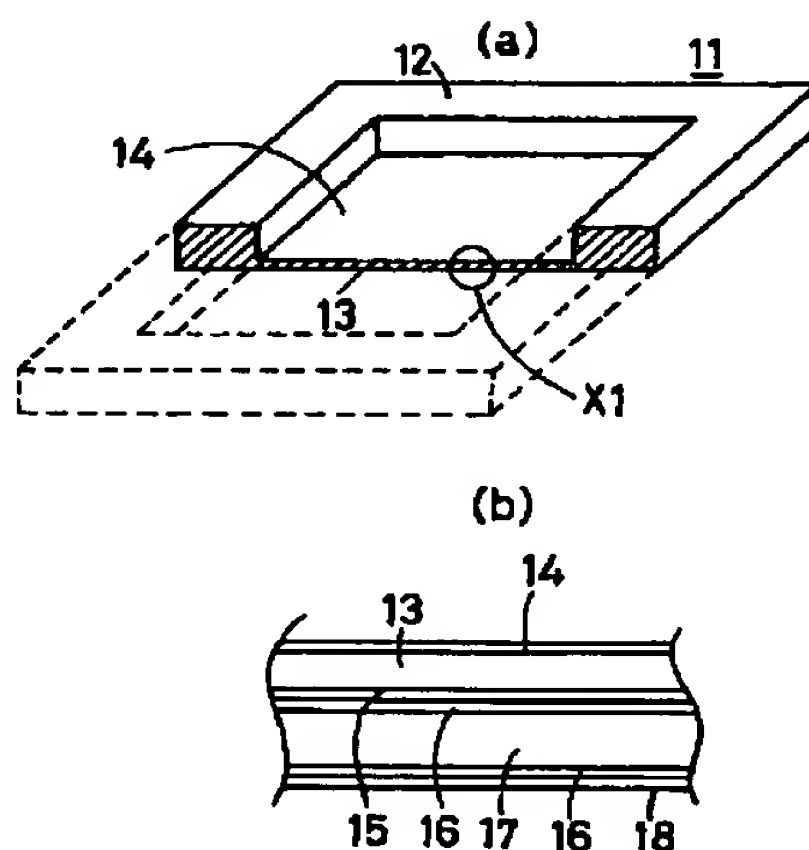
【符号の説明】

- 1 2 フレーム
- 1 3 基板
- 1 4 光学面
- 1 6 電極層
- 1 7 起歪層
- 3 5 ピエゾ抵抗

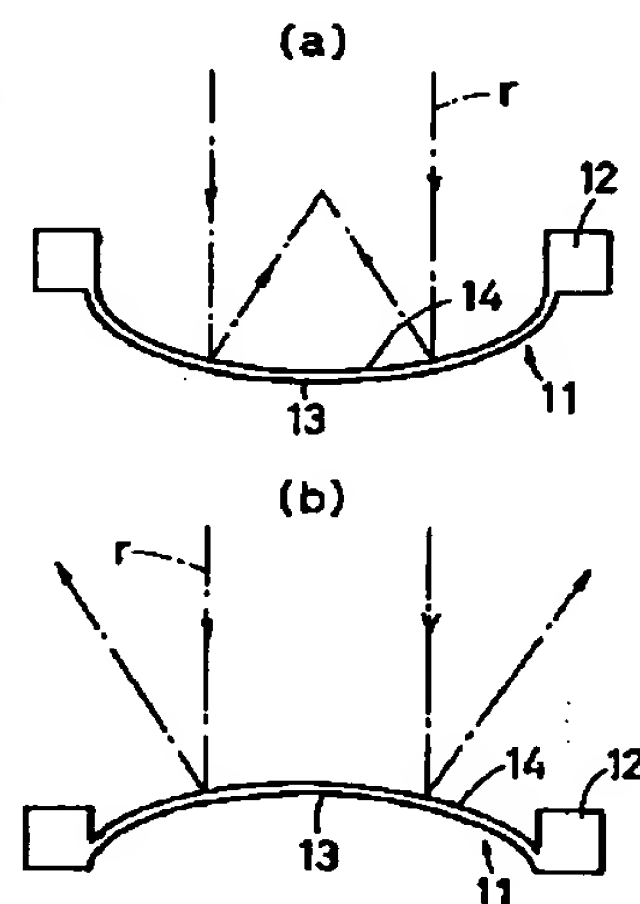
【図 1】



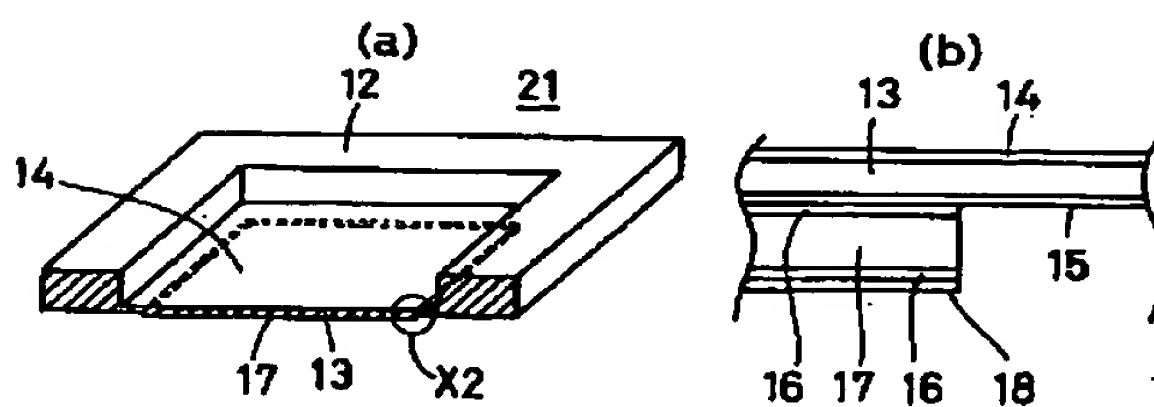
【図 2】



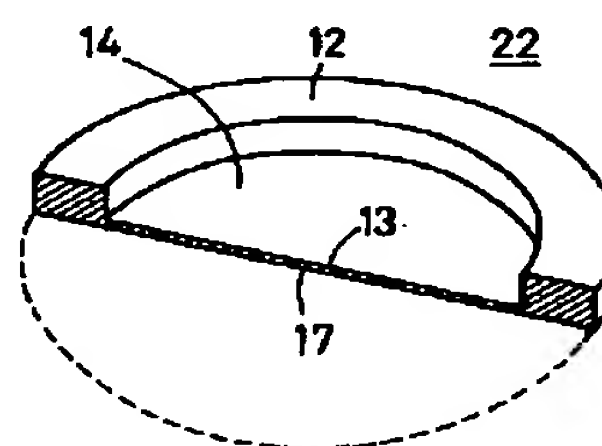
【図 3】



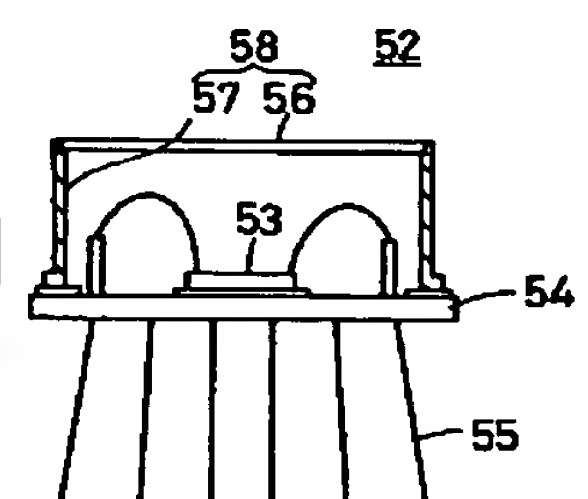
【図 4】



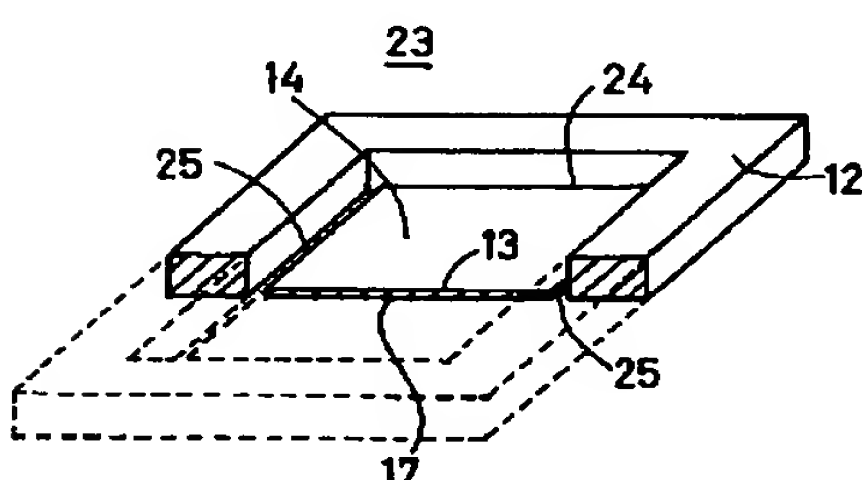
【図 5】



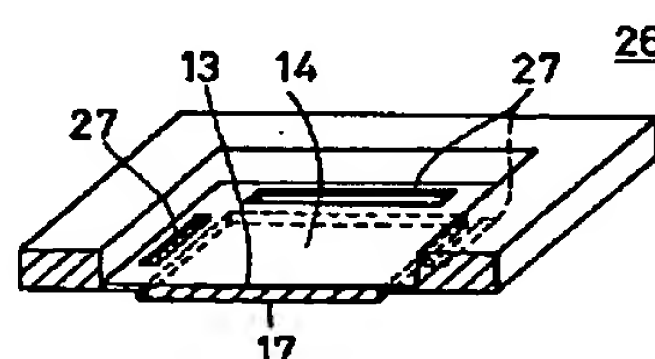
【図 1 6】



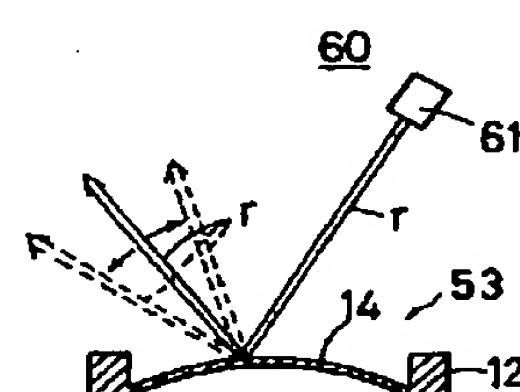
【図 6】



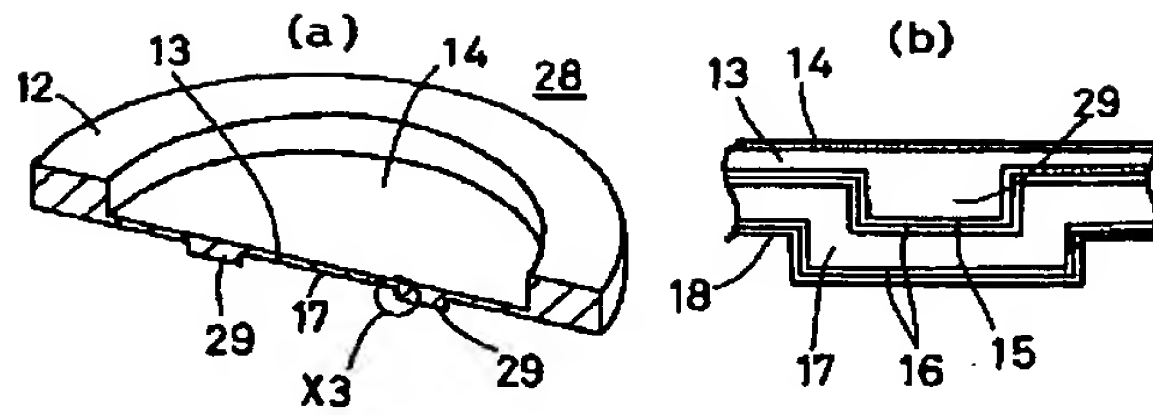
【図 7】



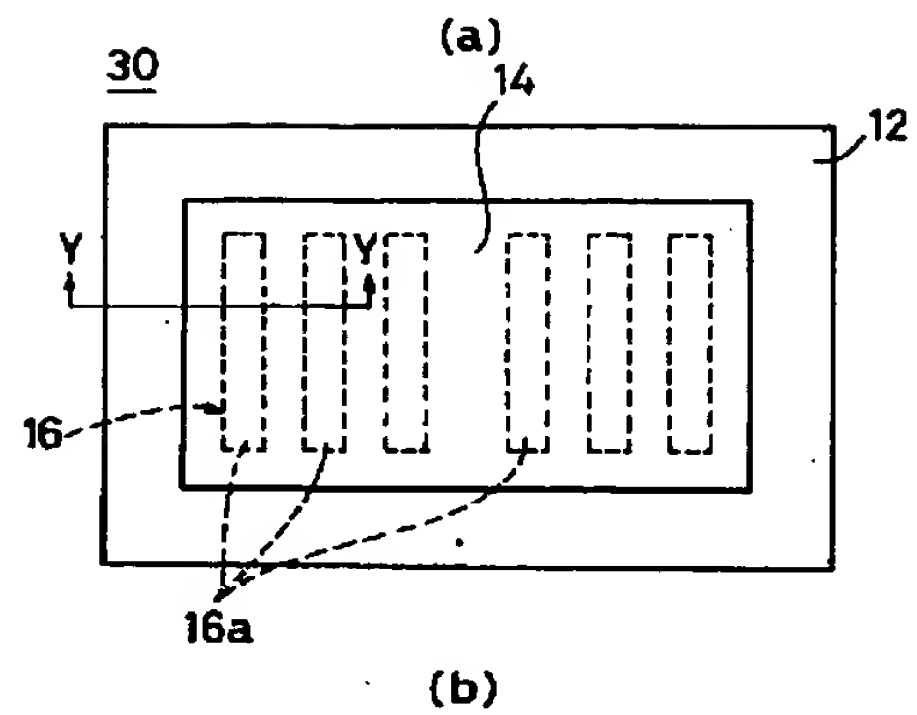
【図 1 8】



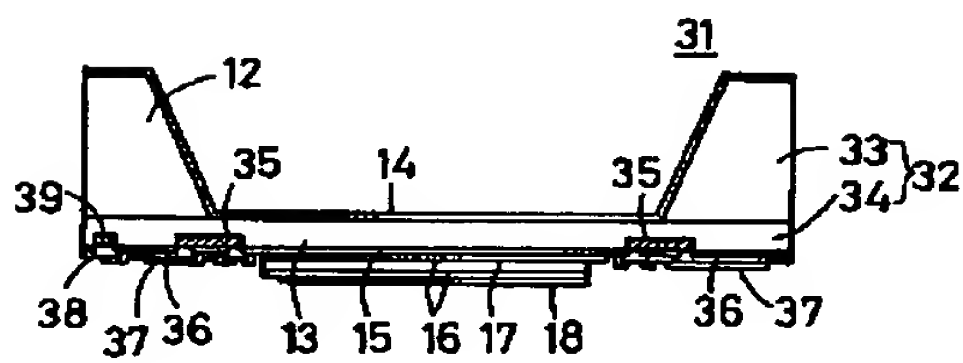
【図 8】



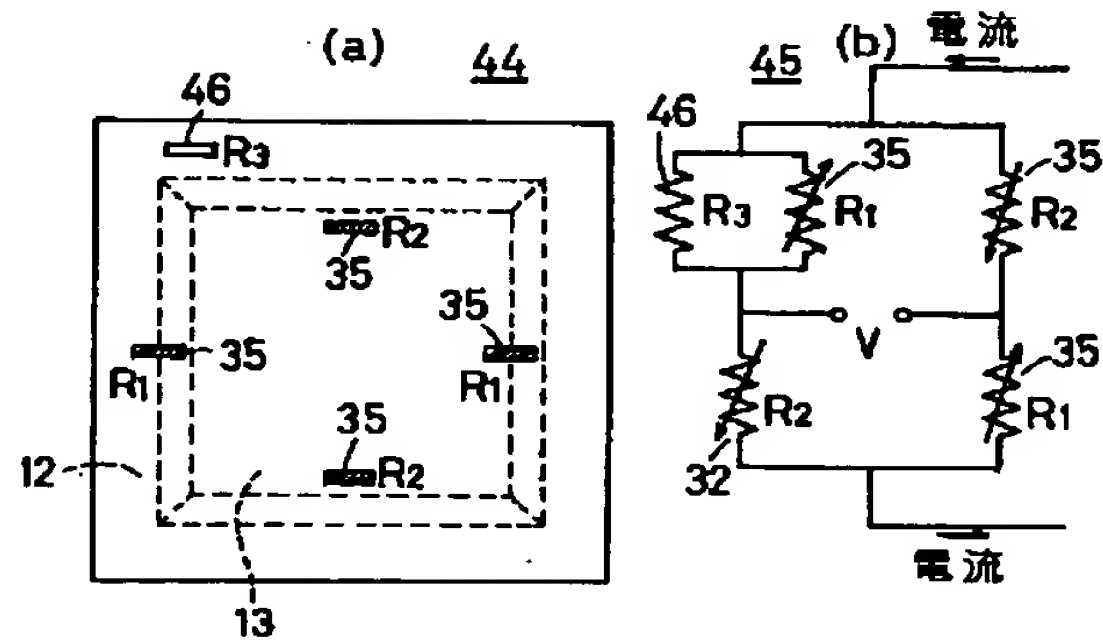
【図 9】



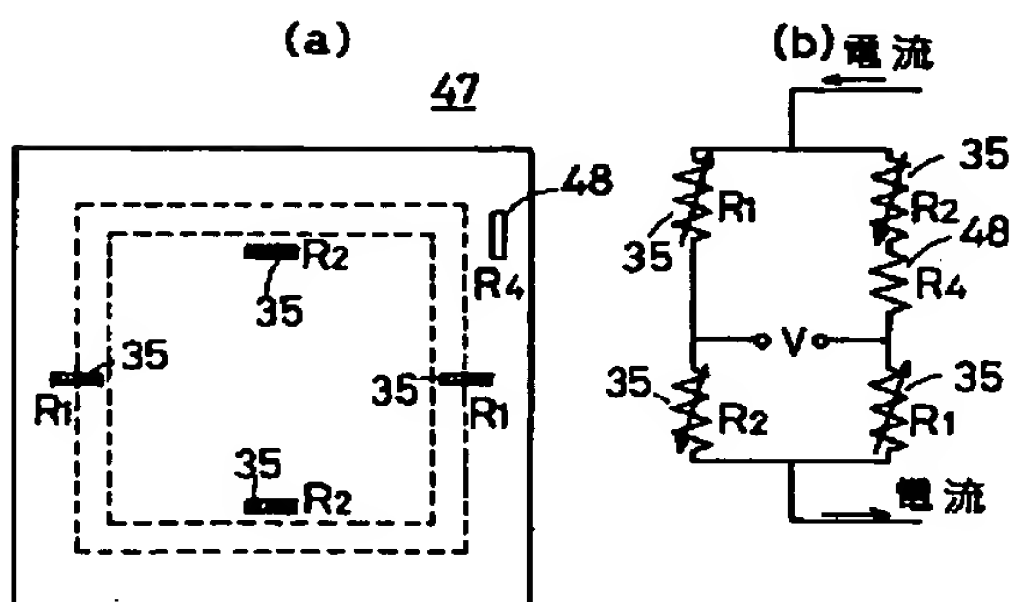
【図 10】



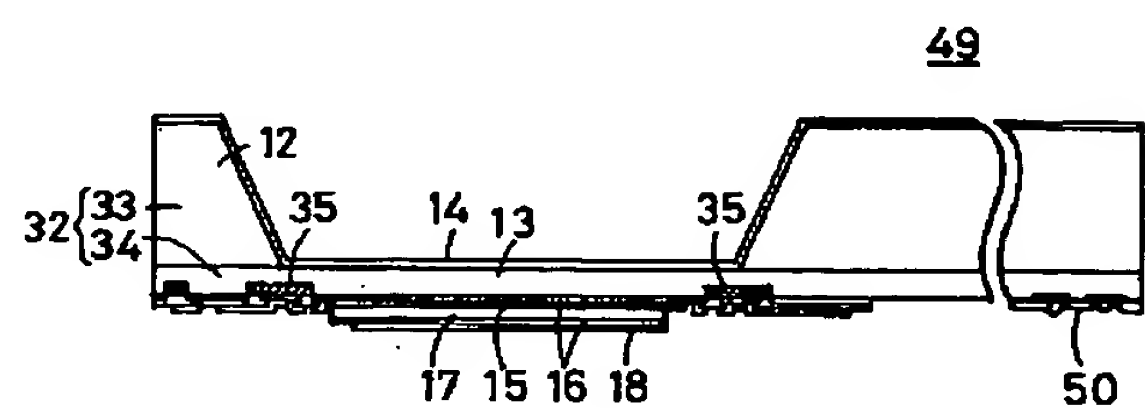
【図 12】



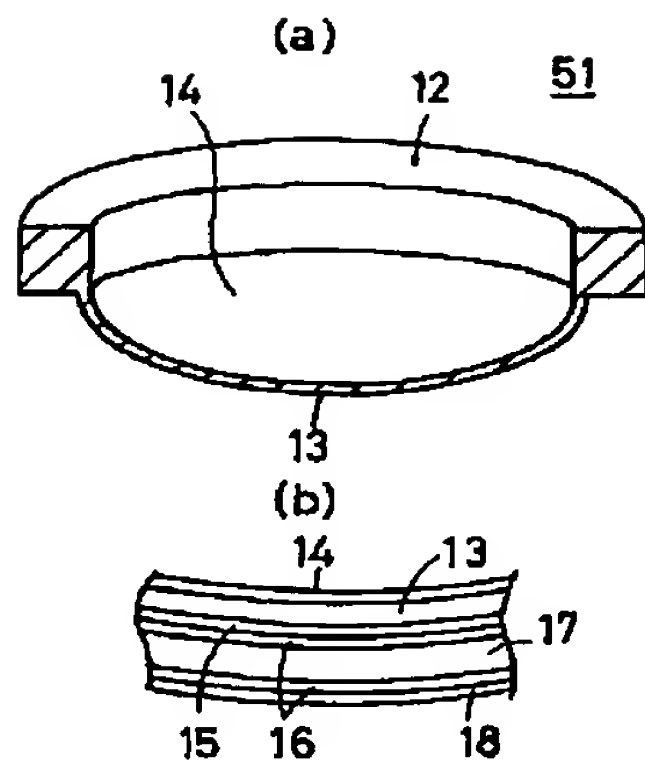
【図 13】



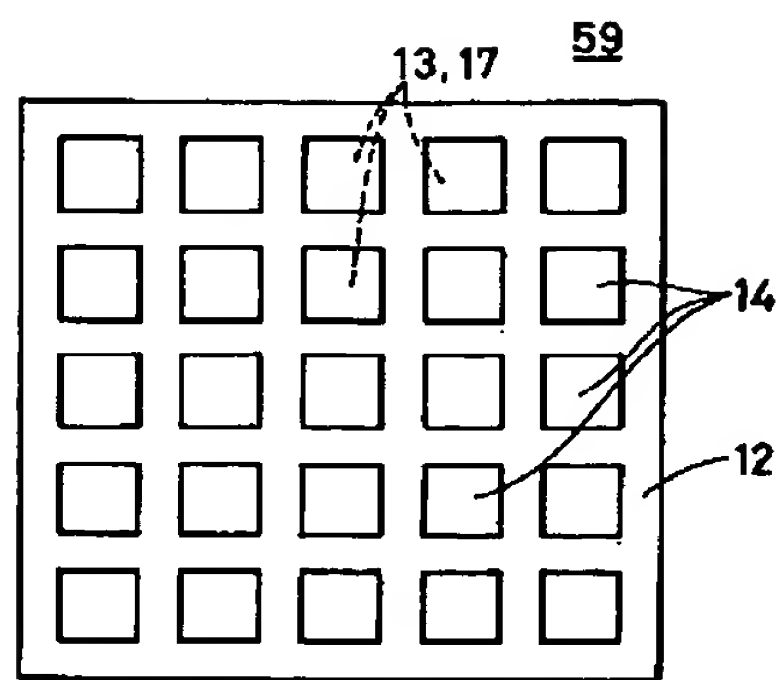
【図 14】



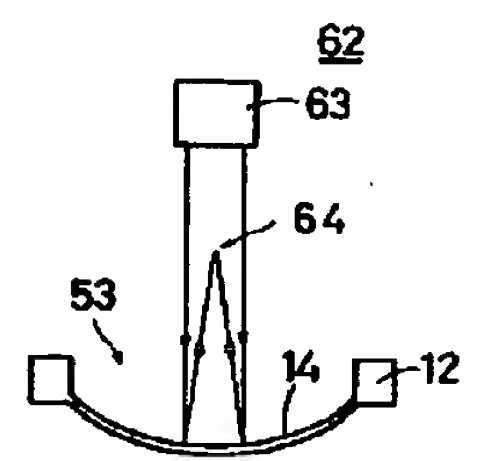
【図 1 5】



【図 1 7】



【図 1 9】



フロントページの続き

(72)発明者 森田 善之
京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ
ムロン株式会社内

(72)発明者 池田 正哲
京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ
ムロン株式会社内

JAPANESE

[JP,07-306367,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE INVENTION TECHNICAL PROBLEM
MEANS OPERATION EXAMPLE DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS CORRECTION OR AMENDMENT

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An adjustable optical surface which consists of a deformable substrate, and an optical surface and ***** which were supported by substrate, and said optical surface came to deform by impression of voltage to said *****.

[Claim 2] Said ***** is an adjustable optical surface according to claim 1 characterized by being formed in a substrate through an insulator layer and an electrode for an input to *****.

[Claim 3] Furthermore, an adjustable optical surface according to claim 2 characterized by forming a protective layer of an electrode for an input of another side to this ***** , and this electrode for an input in said *****.

[Claim 4] Said ***** is an adjustable optical surface according to claim 1, 2, or 3 characterized by being formed only in a deformation field of said substrate.

[Claim 5] An adjustable optical surface according to claim 1, 2, 3, or 4 characterized by fixing at least two sides of said substrate to a frame.

[Claim 6] An adjustable optical surface according to claim 1, 2, 3, or 4 characterized by fixing the perimeter of said substrate to a frame.

[Claim 7] Said substrate is an adjustable optical surface according to claim 1, 2, 3, or 4 characterized by fixing to a frame 1 set of sides where nothing and this substrate counter at least in the shape of a rectangle.

[Claim 8] Said substrate is an adjustable optical surface according to claim 1, 2, 3, or 4 characterized by fixing the perimeter of nothing and this substrate to a frame in a circle configuration.

[Claim 9] An adjustable optical surface according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, or 8 characterized by opening existing in a field in which ***** of said substrate is not formed.

[Claim 10] An adjustable optical surface according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, or 9 characterized by thickness of said substrate not being fixed.

[Claim 11] Said electrode for an input is an adjustable optical surface according to claim 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, or 10 characterized by consisting of two or more electrode sections, respectively.

[Claim 12] An adjustable optical surface according to claim 11 it was made to impress a signal of magnitude which is different in said each electrode section.

[Claim 13] An adjustable optical surface according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, or 12 equipped with a distorted detection means on said substrate.

[Claim 14] An adjustable optical surface according to claim 13 characterized by for said distorted detection means being a piezoresistance, having formed a metal thin film or polish recon of low resistance through a dielectric film on this piezoresistance, and making it flow through this metal thin film, or polish recon and said substrate electrically.

[Claim 15] An adjustable optical surface according to claim 13 characterized by having connected with said distorted detection means resistance for temperature compensation prepared in a frame.

[Claim 16] An adjustable optical surface according to claim 13 characterized by having connected with said distorted detection means resistance for offset adjustment prepared in a frame.

[Claim 17] Claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, and 15 characterized by preparing on a frame circuit portions, such as a circuit which controls an input to said ***** , and a circuit which detects an output from said distorted detection means, or a movable optical surface given in 16.

[Claim 18] Claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, and 16 characterized by using a functional thin film which generates internal distortion of a piezo-electric thin film, an electrostriction thin film, a magnetostriction thin film, etc. as said ***** , or a movable optical surface given in 17.

[Claim 19] Claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, and 17 characterized by arranging said two or more optical surfaces in the shape of an array, or a movable optical surface given in 18.

[Claim 20] A movable optical surface unit characterized by closing claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, and 18 or a movable optical surface given in 19 in a package with inert gas.

[Claim 21] A movable optical surface unit characterized by carrying out reduced pressure closure of claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, and 18 or the movable optical surface given in 19 into a package.

[Claim 22] A light scanning system equip [system] claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, and 18 or 19 with a movable optical surface and the light source of a publication, and it was made to make light from the light source scan according to deformation of an adjustable optical surface.

[Claim 23] A condensing point location movable optical system to which equip claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, and 18 or 19 with a movable optical surface and the light source of a publication, make light from the light source condense, and it was made to move the condensing point according to deformation of an adjustable optical surface.

[Translation done.]

JAPANESE

[JP,07-306367,A]

<u>CLAIMS</u>	<u>DETAILED DESCRIPTION</u>	<u>TECHNICAL FIELD</u>	<u>PRIOR ART</u>	<u>EFFECT OF THE INVENTION</u>	<u>TECHNICAL PROBLEM</u>
<u>MEANS</u>	<u>OPERATION</u>	<u>EXAMPLE</u>	<u>DESCRIPTION OF DRAWINGS</u>	<u>DRAWINGS</u>	<u>CORRECTION OR AMENDMENT</u>

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to an adjustable optical surface, an adjustable optical surface unit, a light scanning system, and a condensing point location movable optical system. Speaking concretely, being related with the adjustable optical surface and adjustable optical surface unit which are made to transform an optical surface by ****. Moreover, it is related with the light scanning system and condensing point location movable optical system using the adjustable optical surface.

[0002]

[Description of the Prior Art] The adjustable optical surface of the conventional example is shown in drawing 1. This is the adjustable optical surface (adjustable focal mirror) 1 announced by IEEE MEMS'93 (MicroElectro Mechanical Systems), the annular silicon frame 3 is fixed on the insulating material substrate 2 which has crevice 2a on the upper surface, the mirror section 4 made from silicon of the shape of thin meat which made the shape of a paraboloid the inner circumference section of the silicon frame 3 is formed in the silicon frame 3 and one, and the upper surface of the mirror section 4 has become mirror plane 4a. Moreover, this mirror section 4 has conductivity, the whole functions as an electrode, and the counterelectrode 5 is formed in the crevice 2a base of the insulating material substrate 2.

[0003] If a deer is carried out and the parallel flux of light 6 carries out incidence to the mirror section 4 of this adjustable optical surface 1, since the mirror section 4 will work as a parabolic mirror, it is condensed by that focal location 7. Moreover, if voltage is impressed between the mirror section 4 and a counterelectrode 5 through the silicon frame 3, since electrostatic attraction will occur and the mirror section 4 will carry out elastic deformation between the mirror section 4 and a counterelectrode 5, the focal distance can change and the focal location 7 of the flux of light 6 can be changed. For example, in the mirror section with a diameter of 9.75mm, when the focal distance at the time of applied-voltage 750V is set to 250mm, helium-Ne laser light of the collimated diameter of 6mm was made into the light source, and spot light with a diameter of 45 micrometers has been obtained.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if it is in the conventional movable optical surface, in order to realize the section profile of a parabola required in order to operate the mirror section as a parabolic mirror, the special manufacture process (namely, light intensity profile method) had to be used, and the resist thickness at the time of processing of the mirror section had to be controlled.

[0005] Furthermore, since a counterelectrode was needed in order to make the mirror section transform, there was a problem that the structure and the manufacture process of a movable optical surface also became complicated.

[0006] Moreover, since an optical surface (mirror section) could not be made to transform only in the one direction but the amount of gaps with a counterelectrode moreover became the maximum of the deformation of the mirror section in order to make the mirror section transform with electrostatic attraction, the flexibility of optical surface deformation was low.

[0007] Furthermore, in order to carry out elastic deformation of the mirror section compulsorily with electrostatic attraction, the driver voltage for making the mirror section transform was high.

[0008] Furthermore, since the mirror section was joined to the insulating material substrate of another object, there was a possibility that the temperature characteristic of a movable optical surface might deteriorate according to the difference of the coefficient of thermal expansion of the mirror section and an insulating material substrate.

[0009] The place which this invention is made in view of the defect of the conventional example on **, and is made into the purpose has low driver voltage by proposing the movable optical surface by the new principle which drives an optical surface using ****, and the flexibility of deformation is also to offer a high movable optical surface.

[0010]

[Means for Solving the Problem] A movable optical surface of this invention consists of a deformable substrate, and an optical surface and **** which were supported by substrate, and is characterized by said optical surface deforming by impression of voltage to said ****.

[0011] Said ***** is formed in a substrate through an insulator layer and an electrode for an input to ***** . Furthermore, it is characterized by forming a protective layer of an electrode for an input of another side to this ***** , and this electrode for an input at said ***** .

[0012] Moreover, said ***** can be formed only in a deformation field of said substrate.

[0013] Said substrate may fix at least two sides to a frame. Especially, a substrate can be made into the shape of a rectangle and 1 set of sides where this substrate counters at least can be fixed to a frame. Moreover, the perimeter of said substrate may be fixed to a frame. Especially, a substrate may be made into a circle configuration and the perimeter of this substrate may be fixed to a frame.

[0014] Moreover, opening may be prepared in a field in which ***** of said substrate is not formed. Or you may make it not fixed [thickness of said substrate].

[0015] Furthermore, said electrode for an input may consist of two or more electrode sections, respectively. In that case, a signal of magnitude which is different in each electrode section can be impressed.

[0016] Moreover, a distorted detection means may be established on said substrate.

[0017] A metal thin film or polish recon of low resistance can be formed through a dielectric film on this piezoresistance, and it can also be made to flow through this metal thin film, or polish recon and said substrate electrically, using a piezoresistance as said distorted detection means.

[0018] Moreover, you may also connect with said distorted detection means resistance for temperature compensation prepared in a frame, and resistance for offset adjustment.

[0019] Moreover, circuit portions, such as a circuit which controls an input to said ***** , and a circuit which detects an output from said distorted detection means, may be prepared on a frame.

[0020] As ***** , a functional thin film which generates internal distortion of a piezo-electric thin film, an electrostriction thin film, a magnetostriction thin film, etc. can be used.

[0021] Moreover, in this movable optical surface, two or more optical surfaces may be arranged in the shape of an array.

[0022] A movable optical surface unit of this invention is characterized by closing said movable optical surface in a package with inert gas.

[0023] Another movable optical surface unit of this invention is characterized by carrying out reduced pressure closure of said movable optical surface into a package.

[0024] A light scanning system of this invention is equipped with said movable optical surface and light source, and is characterized by making it make light from the light source scan according to deformation of an adjustable optical surface.

[0025] A condensing point location movable optical system of this invention is equipped with said movable optical surface and light source, makes light from the light source condense, and is characterized by making it move the condensing point according to deformation of an adjustable optical surface.

[0026]

[Function] Since ***** is prepared in the substrate which has an optical surface and he is trying to make an optical surface transform by ***** according to the movable optical surface of this invention, the displacement to the both directions of an optical surface becomes possible. Moreover, since it does not have a counterelectrode like the conventional example, the maximum of the displacement of an optical surface does not exist, either. Therefore, there is an advantage that the flexibility of deformation of an optical surface is high.

[0027] Moreover, since voltage is impressed to ***** and an optical surface is made to transform, driver voltage can also be made low. Furthermore, in order to make an optical surface transform, a counterelectrode is unnecessary, and since the configuration and structure of a substrate etc. can also be simplified, a manufacture process can also be simplified and can make a manufacturing cost cheap.

[0028] Moreover, since it is not necessary to attach a substrate in the insulating material substrate of another object etc. like the conventional example, there is no deterioration of the temperature characteristic by the difference in a coefficient of thermal expansion.

[0029] Moreover, if ***** is formed only in the deformation field instead of the whole substrate, deformation of a substrate can become easy and an optical surface can be made to transform greatly by smaller driver voltage.

[0030] Moreover, the profile at the time of deformation of the optical surface established in the substrate is controllable by fixing two sides of said substrate to a frame, fixing the perimeter to a frame, making a frame into the shape of a rectangle, or making it a circle configuration.

[0031] Furthermore, if opening is prepared in the field in which ***** of a substrate is not formed, since it will become easy to deform a substrate by opening, deformation of an optical surface can be enlarged by small driver voltage. Furthermore, the method of deformation of a substrate can be changed with the pattern of opening.

[0032] Moreover, if the electrode for an input consists of two or more electrode sections, an optical surface can be made to transform into a desired configuration with different voltage impressed to the electrode pattern and each electrode section.

[0033] Moreover, if the distorted detection means is established on said substrate, with this distorted detection means, the condition of deformation of a substrate thru/or an optical surface can be detected, and deformation of an optical surface can be controlled.

[0034] Furthermore, if a metal thin film or the polish recon of low resistance is formed through a dielectric film on the piezoresistance which is a distorted detection means and it is made to flow through this with a substrate, while being able to shield an external electromagnetic wave, the temperature characteristic of a piezoresistance also improves, and an output noise can be reduced.

[0035] Moreover, if the resistance for temperature compensation is connected with the distorted detection means, the temperature characteristic of the signal outputted from a distorted detection means can be stabilized. Or if the resistance for offset adjustment is connected with the distorted detection means, offset adjustment of the output of the bridge circuit constituted by the distorted detection means can be carried out.

[0036] Moreover, if circuit portions, such as a circuit which controls the input to said *****, and a circuit which detects the output from said distorted detection means, are prepared on a frame, the configuration of a movable optical surface including the circuit portion concerned can be summarized in a compact, and a movable optical surface can be miniaturized.

[0037] Moreover, if two or more optical surfaces are arranged in the shape of an array, the light which carries out incidence to a movable optical surface can be separately adjusted for every optical surface.

[0038] In the movable optical surface unit of this invention, since the movable optical surface is closed in a package with inert gas, many years past-change of an internal movable optical surface can be made small, and a life can be lengthened. Moreover, if reduced pressure closure of the movable optical surface is carried out into the package, the frequency characteristic of a movable optical surface can be raised.

[0039]

[Example] The perspective diagram and drawing 2 (b) which show the movable optical surface 11 according [drawing 2 (a)] to one example of this invention and which were fractured in part are X1 section expanded sectional view of drawing 2 (a). Hereafter, the structure of this movable optical surface 11 is explained according to drawing 2 (a) and (b). The substrate 13 of the shape of thin meat in which elastic deformation is possible is formed, the perimeter of a substrate 13 is immobilization thru/or really formed in the inner circumference section of a frame 12, and the optical surface (reflective mirror side) 14 is formed in the inner circumference section of the frame 12 which carried out the shape of a rectangle frame by making the surface of a substrate 13 vapor-deposit metal thin films, such as aluminum and silver, by a spatter etc. Moreover, as shown in drawing 2 (b), the insulating layer 15 is formed all over the rear face of a substrate 13 and a frame 12. For example, a frame 12 and a substrate 13 can be produced by etching-processing and dicing cutting a silicon wafer, and can form an insulating layer 15 by the oxide film (SiO₂) thru/or nitride (SiN) of a silicon wafer in that case. Furthermore, on an insulating layer 15, the electrode layer 16 is formed with a metal vacuum evaporatio film etc. at a rear-face side, on the electrode layer 16, ***** 17 is formed by the spatter, the deposition method, etc., and, similarly the electrode layer 16 is formed with the metal vacuum evaporatio film etc. on ***** 17. The electrode layer 16 is covered with the protective layer 18, and is protected from corrosion gas, moisture, etc. under an operating environment. If voltage is impressed between the electrode layers 16 formed in both sides on both sides of ***** 17, the functional thin film which generates longitudinal direction distortion (namely, flexible distortion of a direction parallel to the electrode layer 16), and generates the internal stress of a piezo-electric thin film, an electrostriction thin film, a magnetostriction thin film, etc. can be used for ***** 17.

[0040] In this example, when voltage is not being impressed between the two-electrodes layers 16, although each is carrying out plate-like and the optical surface 14 has only the function as a mere plane mirror, since longitudinal direction distortion will occur in ***** 17 if voltage is impressed between the two-electrodes layers 16, a substrate 13, ***** 17, and an optical surface 14 deform a substrate 13, and an optical surface 14 deforms them by it. For example, when a substrate 13 is buckled and it curves in the shape of an arc surface, when a contraction lateral strain occurs in ***** 17, or an elongation lateral strain occurs in ***** 17, a substrate 13 swells, and it curves in the shape of an arc surface too. Thus, if an optical surface 14 withdraws in the shape of a concave surface as shown, for example in drawing 3 (a), it will work as a concave mirror and an optical surface 14 will condense the collimation light r which carried out incidence to the optical surface 14. And since the deformation (curvature) of a substrate 13 and an optical surface 14 also changes by changing the driver voltage impressed between the electrode layers 16, a focal location can be adjusted. On the contrary, if an optical surface 14 bulges as shown in drawing 3 (b), it will work as a convex mirror and an optical surface 14 will emit the collimation light r which carried out incidence to the optical surface 14. Since driver voltage can adjust a substrate 13 and the curve condition of an optical surface 14 also in this case, the emission center of emission light is also controllable by driver voltage.

[0041] The perspective diagram and drawing 4 (b) which show the movable optical surface 21 according [drawing 4 (a)] to another example of this invention and which were fractured in part are X2 section expanded sectional view of drawing 4 (a). If it is in this example, ***** 17 and the double-sided electrode layer 16 are formed only in the deformation field of a substrate 13 instead of the whole surface of a substrate 13. Since the ***** 17 grade is not prepared in the perimeter field of a substrate 13, it is easy to deform a substrate 13, it has become, and an optical surface 14 can be made to transform greatly by small driver voltage in this

movable optical surface 21.

[0042] Drawing 5 is the perspective diagram showing the movable optical surface 22 by still more nearly another example of this invention fractured in part. In this example, the substrate 13 which made the circle configuration the inner circumference section of the frame 12 which carried out the shape of a circular ring is formed, and the perimeter of a substrate 13 is fixed to a frame 12. When according to such a movable optical surface 22 driver voltage is impressed and ***** 17 is made to transform, deformation of a substrate 13 and an optical surface 14 serves as axial symmetry about a medial axis. Therefore, an optical surface 14 can also deform like a parabolic mirror symmetrical with a shaft to a medial axis, and can make small optical aberration of the light reflected in an optical surface 14.

[0043] Drawing 6 is the perspective diagram showing the movable optical surface 23 by still more nearly another example of this invention fractured in part. In this movable optical surface 23, the substrate 13 of the shape of a rectangle thin film equipped with the ***** 17 grade is arranged in the inner circumference section of the frame 12 which carried out the shape of a rectangle frame, and only two sides which a substrate 13 counters are fixed to the inner circumference section of a frame 12. In this movable optical surface 23, since the 2 sides 24 of a substrate 13 are fixed and other 2 sides 25 are free, if ***** 17 deforms, a substrate 13 will deform approximately cylindrical. For this reason, when driver voltage is impressed, the cylindrical mirror-like optical surface 14 can be acquired, and driver voltage can adjust that curvature.

[0044] Drawing 7 is the perspective diagram showing the movable optical surface 26 by still more nearly another example of this invention fractured in part. If it is in this example, the perimeter of a substrate 13 was fixed to the inner circumference of a frame 12, and ***** 17 and the double-sided electrode layer 16 are formed only in the field except the boundary region of a substrate 13. Furthermore, two or more openings 27 are suitably opened in the boundary region in which the ***** 17 grade of a substrate 13 is not prepared. In this movable optical surface 26, since ***** 17 grade is not prepared in the boundary region of a substrate 13 but opening 27 is formed further, further, it is easy to deform a substrate 13, it has become, and deformation of the optical surface 14 over driver voltage becomes large. Moreover, the pattern of opening 27 can also adjust the deformation condition of a substrate 13. Furthermore, the magnitude of deformation of an optical surface 14 can be adjusted by forming opening 27 after manufacture of the movable optical surface 26.

[0045] The perspective diagram and drawing 8 (b) which show the movable optical surface 28 according [drawing 8 (a)] to another example of this invention and which were fractured in part are X3 section expanded sectional view of drawing 8 (a). If it is in this example, the thickness of a substrate 13 is not fixed and the portion from which the thickness of a substrate 13 differs is prepared. Although forming the annular heavy-gage part 29 projected on the inferior surface of tongue of a substrate 13 by drawing 8 (a), speaking concretely, it does not restrict to such a pattern. For example, two or more annular heavy-gage parts can be prepared in the shape of the said heart, a heavy-gage part can be prepared in a radial, or, in addition to this, it can prepare by the pattern of arbitration. And the substrate 13 when driver voltage is impressed, and the profile at the time of deformation of an optical surface 14 are controllable by changing the pattern of change of the thickness of this substrate 13, or thickness. Moreover, although not illustrated, the thickness of a substrate 13 can also be changed continuously.

[0046] The plan showing the movable optical surface 30 according [drawing 9 (a)] to still more nearly another example of this invention and drawing 9 (b) are the cross sections which met the Y-Y line of drawing 9 (a). If it is in this example, each electrode layer 16 was divided and two or more electrode sections 16a and 16a and -- are arranged to both sides of ***** 17. If it is in this movable optical surface 30, since electrode sections 16a and 16a and the distorted distribution pattern [in / by the arrangement pattern / ***** 17] of -- can be decided, the profile at the time of deformation of a substrate 13 and an optical surface 14 can be designed freely. And since deformation of ***** 17 the very thing is controllable, a profile is more effectively [than the method of changing the thickness of a substrate 13] controllable. Moreover, a profile is controllable also by changing electrode sections 16a and 16a and the voltage of -- which it not only changes a profile with a pattern, but will be impressed to each electrode sections 16a and 16a and -- after manufacture of the movable optical surface 30 if each electrode pattern has been independent.

[0047] Drawing 10 is the cross section showing the movable optical surface 31 by still more nearly another example of this invention. This movable optical surface 31 is produced by the silicon wafer 32 with the application of the semiconductor manufacturing technology. n mold impurity is poured in and 34 [n-layer] is formed so that the silicon wafer 32 before etching processing may serve as thickness of a substrate 13 on the inferior surface of tongue of p mold silicon wafer (p layer 33). While forming in the perimeter the frame 12 which consists of 33 p layers by carrying out etching removal of 33 [p-layer] in the center section of this silicon wafer 32 set to 33 from 34 n layers p layers, the substrate 13 which becomes that inferior-surface-of-tongue inner circumference section from 34 n layers is formed. Moreover, the optical surface 14 is formed in the upper surface of the silicon wafer 32 after etching. This optical surface 14 is good also as the surface of n layer 34 grade itself. Moreover, the opening of the insulating layer 15 currently formed in the inferior surface of tongue of 34 of an oxide film, n layers of nitrides etc., etc. is carried out suitably, and n layers of piezoresistances 35 are embedded 34 by pouring in n layers of p mold impurities to 34 from the aperture which opened in the insulating layer 15. In addition, the metal wiring to which 36 was connected to the piezoresistance 35, and 37 are wrap insulating layers about metal wiring. 38 is an electrode pad for keeping n layers of potentials of 34 constant through the n+ layer 39. Moreover, ***** 17 which was able to form the electrode layer 16 in both sides is formed in the inferior

surface of tongue of a substrate 13.

[0048] If a deer is carried out and it is in this movable optical surface 31, since distortion of each part of a substrate 13 is detectable with the piezoresistance 35 of a substrate 13 embedded suitably in the part, the driver voltage impressed to ***** 17 can be adjusted acting as the monitor of the distortion of each part of a substrate 13.

[0049] Drawing 11 is the cross section showing the movable optical surface 40 by still more nearly another example of this invention. In this example, a metal thin film or the polish recon 42 of low resistance is formed through the dielectric film 41 so that the piezoresistance 35 embedded n layers 34 may be covered further, and this metal thin film or n layers of polish recons 42 are electrically connected with 34 through the n+ layer 43. In this movable optical surface 40, since the piezoresistance 35 of p mold is covered by the substrate 13, the metal thin film which flowed, or the polish recon 42 of low resistance, the piezoresistance 35 is mostly surrounded by potential equal to a substrate 13 thru/or a frame 12 in the perimeter enclosure, the temperature characteristic's can improve while it has an external electromagnetic wave shielded, and can reduce the noise of the output from a piezoresistance 35.

[0050] Moreover, drawing 12 (a) and (b) are drawings showing the bridge circuit 45 constituted by the bottom view (the ***** 17 grade is omitted) and piezoresistance 35 which show the movable optical surface 44 by still more nearly another example of this invention. If it is in this example, the bridge circuit 45 as shown in drawing 12 (b) by the piezoresistance 35 embedded at four places of the substrate 13 perimeter can be constituted, and it can supervise whether the substrate 13 is deforming equally by acting as the monitor of that output voltage V. Furthermore, the resistance 46 for temperature compensation is embedded on the inferior surface of tongue (n layer 34) of a frame 12, and parallel connection of this resistance 46 for temperature compensation is carried out to one of the piezoresistances 35 like drawing 12 (b), and it is inserting in a bridge circuit 45. A piezoresistance 35 has the temperature characteristic of reverse and this resistance 46 for temperature compensation can stabilize the temperature characteristic of a bridge circuit 45 by inserting this resistance 46 for temperature compensation in a bridge circuit 45.

[0051] Moreover, drawing 13 (a) and (b) are drawings showing the bridge circuit 45 constituted by the bottom view (the ***** 17 grade is omitted) and piezoresistance 35 which show the movable optical surface 47 by still more nearly another example of this invention. If it is in this example, the trim resistance 48 for offset adjustment is embedded on the inferior surface of tongue (n layer 34) of a frame 12, as shown in drawing 12 (b), series connection of this trim resistance 48 is carried out to one of the piezoresistances 35, and it is inserted in a bridge circuit 45. If it is in this example, by evaporating the trim resistance 48 in part by laser light etc., resistance can be adjusted and the amount of offset of the output voltage V of a bridge circuit 45 can be adjusted.

[0052] Drawing 14 is the cross section showing the movable optical surface 49 by still more nearly another example of this invention, and embeds the circuit portion 50 on the inferior surface of tongue of a frame 12. For example, it can consider as the circuit for controlling the circuit for detecting change of the signal (output voltage V) outputted from a PURIJJI circuit etc. as this circuit portion 50, and the input to ***** 17 etc.

[0053] Drawing 15 is the outline cross section showing the movable optical surface 51 by still more nearly another example of this invention. In this example, the substrate 13 and the optical surface 14 are curving in the condition of not impressing driver voltage to ***** 17, and if driver voltage is impressed to ***** 17 and ***** 17 is made to transform, it will deform in the direction in which a substrate 13 and an optical surface 14 curve more greatly, or the direction in which a curve becomes small.

[0054] In addition, in each above-mentioned example, although an optical surface is not a substrate side and forming in a ***** side is also possible, by forming on a substrate, smoothness can be raised and the reflection factor of an optical surface can be made high.

[0055] What is shown in drawing 16 is the cross section showing the movable optical surface unit 52 by this invention. This movable optical surface unit 52 has connected the electrode layer 16 and the piezoresistance 35 grade to the terminal 55 by wirebonding etc. while mounting the movable optical surface 53 by this invention in the upper surface of the base 54, it closes the movable optical surface 53 in the package 58 which consists of a translucent part 56 and cylinder parts 57, such as glass and a transparent plastic, and is decompressing the package 58 interior. Or inert gas, such as Ne and Ar, may be enclosed in a package 58.

[0056] Thus, if the movable optical surface 53 is closed in the package 58, a resistance to environment is guaranteed and an element life can be lengthened. Furthermore, if inert gas is enclosed with the interior, many years past-deterioration of the movable optical surface 53 can be made small, and if the interior is decompressed, the frequency characteristic of the movable optical surface 53 can be raised.

[0057] Drawing 17 is the plan showing the movable optical surface 59 constituted in the shape of an array. That is, the common frame 12 which carried out the shape of a grid formed from the silicon wafer etc. is made to arrange in the shape of an array for every constant pitch, two or more substrates 13 in which elastic deformation is possible are formed, and an optical surface 14 and ***** 17 grade are prepared in each substrate 13, respectively. Thus, according to the movable optical surface 59 formed in the shape of an array, two or more parts can be constituted to a small space. Moreover, by each ***** 17, mutually-independent [of each optical surface 14] is carried out, and it is driven. As long as it uses the movable optical surface 59 which carried out the shape of such an array, usage which may make it make a light beam different, respectively irradiate each optical surface 14, or one

light beam was made to irradiate the whole, and resembled the micro-lens array may be carried out.

[0058] Drawing 18 is the outline block diagram showing the light scanning system 60 by this invention. This light scanning system 60 consists of a movable optical surface 53 of this invention, and the light source 61 which irradiates a light beam in that optical surface 14. Alternating voltage is impressed to ***** 17 of the movable optical surface 53, and by it, the optical surface 14 is deforming periodically so that it may expand a fixed period or may contract. Light beam r by which outgoing radiation is carried out is irradiated from the light source 61 by the location from which it separated from the center of an optical surface 14 of doing in this way and vibrating, and the reflective direction changes with vibration of an optical surface 14, and light beam r reflected in the optical surface 14 is scanned as shown in drawing 18.

[0059] Drawing 19 is the outline block diagram showing the condensing point location movable optical system 62 by this invention. This condensing point location movable optical system 62 consists of a movable optical surface 53 of this invention, and the light source 63 like the light emitting diode (and lens system) which carries out outgoing radiation of collimation light thru/or the coherent light, or a semiconductor laser element. As explained in drawing 3 (a) and (b), in this condensing point location movable optical system 62, the light which outgoing radiation was carried out from the light source 63, and was reflected in the optical surface 14 condenses, and the location of that condensing point 64 can be made adjustable by the driver voltage impressed to ***** 17.

[0060]

[Effect of the Invention] According to this invention, since the displacement to the both directions of an optical surface becomes possible since he is trying to make an optical surface transform by ***** , and it does not have a counterelectrode like the conventional example, there is also no maximum of the displacement of an optical surface, and there is an advantage that the movable optical surface where the flexibility of deformation of an optical surface is high can be manufactured. Moreover, since voltage is impressed to ***** and an optical surface is made to transform, driver voltage can also be made low. Furthermore, in order to make an optical surface transform, a counterelectrode is unnecessary, and since the configuration and structure of a substrate etc. can also be simplified, a manufacture process can also be simplified and can make a manufacturing cost cheap. And there is an advantage that the fall of the response in the RF field by squeeze DOFIRUMU damping does not take place, either. Moreover, since it is not necessary to attach a substrate in the insulating material substrate of another object etc. like the conventional example, there is no deterioration of the temperature characteristic by the difference in a coefficient of thermal expansion.

[0061] Moreover, if ***** is formed only in the deformation field of a substrate or opening is prepared in portions other than ***** of a substrate, deformation of a substrate becomes easy, an optical surface can be made to transform greatly by smaller driver voltage, and a dc-battery drive etc. will be attained.

[0062] Moreover, the profile of the optical surface at the time of driver voltage impression is controllable by fixing said the perimeter or some of substrate to a frame, changing the configuration of a frame, preparing opening in a substrate, changing the pattern of two or more electrode sections, or changing voltage impressed to two or more electrode sections.

[0063] Moreover, an optical surface can be made to transform in a high configuration precision by making an optical surface transform, if distorted detection means, such as a piezoresistance, are established, being able to detect the situation of deformation of an optical surface and acting as the monitor of the output of a distorted detection means.

[0064] Furthermore, if circuit portions, such as a circuit which controls the input to said ***** , and a circuit which detects the output from said distorted detection means, are prepared on a frame, the configuration of a movable optical surface including the circuit portion concerned can be summarized in a compact, and a movable optical surface can be miniaturized.

[0065] Moreover, two or more optical surfaces are put in order, and a movable array-like optical surface can be constituted, or in a package, reduced pressure closure can also be carried out and it can be used with the inert gas closure or the gestalt according to a use.

[0066] Furthermore, if the movable optical surface of this invention is used, flexibility of adjustment, such as a condensing location of a light beam, is high, driver voltage's is low, and can constitute a small light scanning system and a condensing point location movable optical system.

[Translation done.]

JAPANESE

[JP,07-306367,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE INVENTION TECHNICAL PROBLEM
MEANS OPERATION EXAMPLE DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS CORRECTION OR AMENDMENT

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective diagram showing the structure of the conventional movable optical surface fractured in part.

[Drawing 2] The perspective diagram showing the movable optical surface according [(a)] to one example of this invention fractured in part and (b) are the expanded sectional views showing the X1 section of (a).

[Drawing 3] (a) and (b) are explanatory drawings [same as the above] of operation.

[Drawing 4] The perspective diagram showing the movable optical surface according [(a)] to another example of this invention fractured in part and (b) are the expanded sectional views showing the X2 section of (a).

[Drawing 5] It is the perspective diagram showing the movable optical surface by still more nearly another example of this invention fractured in part.

[Drawing 6] It is the perspective diagram showing the movable optical surface by still more nearly another example of this invention fractured in part.

[Drawing 7] It is the perspective diagram showing the movable optical surface by still more nearly another example of this invention fractured in part.

[Drawing 8] The perspective diagram showing the movable optical surface according [(a)] to still more nearly another example of this invention fractured in part and (b) are the expanded sectional views showing the X3 section of (a).

[Drawing 9] The plan showing the movable optical surface according [(a)] to still more nearly another example of this invention and (b) are the Y-Y line cross sections of (a).

[Drawing 10] It is the cross section showing the movable optical surface by still more nearly another example of this invention.

[Drawing 11] It is the cross section showing the movable optical surface by still more nearly another example of this invention.

[Drawing 12] The bottom view showing the movable optical surface according [(a)] to still more nearly another example of this invention omitted in part and (b) are drawings showing the configuration of the bridge circuit by the piezoresistance.

[Drawing 13] The bottom view showing the movable optical surface according [(a)] to still more nearly another example of this invention omitted in part and (b) are drawings showing the configuration of the bridge circuit by the piezoresistance.

[Drawing 14] It is the cross section showing the movable optical surface by still more nearly another example of this invention.

[Drawing 15] The perspective diagram showing the movable optical surface according [(a)] to still more nearly another example of this invention fractured in part and (b) are the expanded sectional views showing a part of substrate portion same as the above.

[Drawing 16] It is the cross section showing the movable optical surface unit by still more nearly another example of this invention.

[Drawing 17] It is the plan showing the movable optical surface by still more nearly another example of this invention.

[Drawing 18] It is the schematic diagram showing the light scanning system by still more nearly another example of this invention.

[Drawing 19] It is the schematic diagram showing the condensing point location movable optical system by still more nearly another example of this invention.

[Description of Notations]

12 Frame

13 Substrate

14 Optical Surface

16 Electrode Layer

17 *****

35 Piezoresistance

[Translation done.]